



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554410_0015

Städt. Krankenanstalten Lübeck
Hals-, Nasen- und Ohrenabteilung
Chefarzt: Priv. Doz. Dr. Timm

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE GESCHMACKSSCHWELLEN VON
KOCHSALZLÖSUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
MARTIN-ULRICH VENOHR
aus Homberg/Ndrh.



MAINZ 1962

Dekan: Professor Dr. Dr. K. Lang
Referent: Priv. Doz. Dr. Timm
Korreferent: Professor Dr. H. Leicher
Tag der mündlichen Prüfung: 29. Januar 1962

GESAMTHERSTELLUNG:

DITTERS BÜRODIENST, MAINZ, Augustinerstraße 64-66

I. EINLEITUNG

Im Rahmen der Permeabilitätstheorie des Geschmackssinnes (Hahn (2), Timm (6)) kommt sowohl dem Schwellengeschmack der Schmecksubstanzen eine entscheidende Rolle zu als auch insbesondere der Beeinflussung dieses Schwellengeschmacks. Die Untersuchungen Hahns haben erstmalig mit einer einwandfreien Reizmethodik ergeben, daß zumindest bei Elektrolyten die Geschmacksqualität salzig durch die Anionen der Salze hervorgerufen wird.

Im Rahmen der von Timm näher beschriebenen Permeabilitätstheorie mußte dem ein physikochemischer Vorgang zugrunde liegen, der mit einem Eindringen der Anionen in das Innere der Geschmacksendorgane verbunden ist. Daß dabei aus Gründen der Elektroneutralität auf demselben Wege ein gleichwertiges Anion aus dem Zellinneren nach außen ausgetauscht werden muß, ergibt sich aus dem Bilde der elektiv permeablen Porensiebmembran nach Michaelis (4).

Die Geschmacksqualitäten süß und bitter, welche im Rahmen dieser Theorie ebenfalls auf physikochemische Weise entstanden gedacht werden, werden entweder durch Permeation von Kationen oder auch kleineren Molekülen (Zucker) ins Zellinnere für das Zustandekommen des Geschmacks süß erklärt oder durch Nichteindringen (verhinderte Permeation, Adsorption) von größeren Molekülen beim Bittergeschmack entstanden gedacht. Der Geschmack sauer kann ebenso wie der laugige Geschmack als chemische Reaktion der Schmecklösung mit Membranbestandteilen der Endorgane selbst verstanden werden. Daß tatsächlich eine laugige Geschmacksempfindung existiert, haben außer den an Menschen angestellten Versuchen Hahns auch die späteren Untersuchungen von Liljestrand und Zottermann (3) an verschiedenen Versuchstieren ergeben.

Wenn nun das Eindringen von Anionen durch die elektropositiv geladene Phase einer Porensiebmembran ein Permeationsvorgang sein soll, so kann erwartet werden, daß dieser Vorgang durch andere Salze möglicherweise im Sinne einer Schwellenerhöhung für den salzigen Geschmack des Kochsalzes beeinflusst werden kann. Aus diesen Gründen haben wir mit 2 - 3 Versuchspersonen (H. G., U. V., C. T.) in Untersuchungen, die sich zeitlich über Jahre hinzogen, festzustellen versucht, ob die im Durchschnitt bei 0,035 m NaCl liegende Geschmacksschwelle für salzig durch schwellige oder unterschwellige Vorberieselung desselben Zungenfeldes mit anderen Salzlösungen herauf- oder herabgesetzt werden kann. Über diese Untersuchungen soll im folgenden berichtet werden.

II. METHODIK

Verwandt wurde von von Hahn (2) angegebene Untersuchungsapparatur, bei der die jeweilige Schmecklösung (von 32°) über ein bestimmtes und stets gleichbleibendes, bei Selbstbeobachtung im Spiegel an den anatomischen Details der Zunge erkennbares Geschmacksfeld von etwa 1 cm² Ausdehnung durch eine kleine Glasglocke mit Zu- und Abfluß geleitet wurde, bis eine Geschmacksempfindung, im vorliegenden Falle salzig, auftrat und die Schwellenkonzentration dieser Lösung notiert. Durch Umschaltung auf ein zweites Vorratsgefäß wurde sodann eine andere Salzlösung für kurze Zeit (15 sec) über das Sinnesfeld rieseln gelassen und unmittelbar anschließend durch Umschaltung wieder die ursprüngliche Salzlösung, deren Geschmack vorher geprüft worden war.

Die Versuche wurden nach Einübung der Versuchsperson nach der Methode der positiven und negativen Reizbeantwortung durchgeführt, wobei die verschiedenen benutzten adaptierenden Salzlösungen gewechselt wurden, so daß sich die Versuchsperson jeweils in Unkenntnis über die vom Versuchsleiter verwandten Salzlösungen befand.

III. ERGEBNISSE

A. Einwirkung von Kationen

Zunächst wurde die Einwirkung einer CaCl₂-Lösung auf den salzigen Geschmack einer NaCl-Lösung untersucht. Die Schwellenbestimmung ergab im Mittel 0,035 m sowohl für NaCl als auch für CaCl₂. Wird eine NaCl-Lösung der Schwellenkonzentration 0,035 oder 0,04 m (leicht überschwellig) geprüft, nachdem dasselbe Zungenfeld mit einer unterschwelligen CaCl₂-Lösung berieselt worden ist, nämlich mit 0,025 m, so würde die Geschmacksempfindung salzig in allen 5 Versuchen einwandfrei aufgehoben.

Wurde die Konzentration der adaptierenden CaCl₂-Lösung noch weiter gesenkt auf 0,02 m, so blieb der salzige Geschmack der schwelligen NaCl-Lösung in allen 6 Versuchen unverändert. Bei überschwelligen NaCl-Lösungen der Konzentration 0,06 - 0,1 m wurde in 59 Versuchen der salzige Geschmack durch vorheriges Berieseln des Zungenfeldes mit leicht unterschwelligen CaCl₂-Lösungen des Konzentrationsbereichs 0,025 - 0,03 m CaCl₂ ganz überwiegend aufgehoben. Lediglich bei stärker hervortretendem Salzgeschmack (durch

überschwellige NaCl-Konzentration von 0,14 - 0,2) ließ sich durch unterschwellige CaCl_2 -Lösungen keine Aufhebung des salzigen Geschmacks mehr erreichen.

Die Einzelheiten ergeben sich aus der Tabelle 1.

Tabelle 1:

Anzahl der Versuche	Konzentr. NaCl m	Konzentr. CaCl_2 m	Salzgeschmack der NaCl-Lösung		
			aufgehoben	abgeschwächt	unveränd.
50	0,06 bis 0,09	0,03 bis 0,025	48	2	0
9	0,01	0,03	2	7	0
4	0,14 bis 0,2	0,03	0	0	4
5	0,035 bis 0,04	0,025	5	0	0
6	0,035	0,02	0	0	6

Als weiteres Salz wurde der Einfluß von Magnesium-Chlorid auf den salzigen Schwellengeschmack der 0,035 m-NaCl-Lösung untersucht. Die Schwellenkonzentration der MgCl_2 -Lösung wurde bei 0,035 m ermittelt. Durch Berieselung des Zungenareals mit einer knapp unterschwelligen MgCl_2 -Lösung (0,025 - 0,035 m) wird in 30 Versuchen die Empfindung salzig aufgehoben, wenn diese durch eine NaCl-Konzentration von 0,04 - 0,05 m hervorgerufen werden sollte und ohne die adaptierende Lösung von MgCl_2 auch hervorgerufen werden konnte.

Je höher die Konzentration der NaCl-Schmecklösungen gewählt wurde, desto schwieriger ließ sich nach Berieselung des Schmeckfeldes mit MgCl_2 der Salzgeschmack der NaCl-Lösung aufheben. In 17 Versuchen gelingt dies bei einer NaCl-Konzentration von 0,06 - 0,08 m nur einmal, während in 8 Versuchen der salzige Geschmack unverändert bestehen blieb und in 8 weiteren Versuchen nur in seiner Intensität abgeschwächt wurde. In diesen war die Konzentration der adaptierenden MgCl_2 -Lösungen oben unterschwellig, näm-

lich auf 0,02 m MgCl_2 , so blieb der Schwellengeschmack salzig von NaCl-Lösungen in 6 von 9 Versuchen unverändert, in einem wurde er abgeschwächt und in zwei weiteren aufgehoben (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2:

Zahl der Versuche	Konzentr. NaCl m	Konzentr. MgCl_2 m	Salzgeschmack der NaCl-Lösungen		
			aufgehoben	abgeschwächt	unverändert
30	0,04 bis 0,05	0,025 bis 0,035	30	0	0
4	0,06	0,025	1	3	0
9	0,03 bis 0,035	0,02	2	1	6
8	0,07	0,03	0	4	4
5	0,08	0,03	0	1	4

In einer dritten Versuchsreihe wurde statt der zweiwertigen Kationen Calcium und Magnesium die Lösung eines einwertigen, nämlich Kalium bei gleichem Anion (Cl) untersucht. Bei 21 Versuchen wurde der Schwellengeschmack salzig (0,035 m NaCl) durch eine adaptierende KCl-Lösung von Schwellenkonzentration (0,06 m) in 16 Versuchen verstärkt, blieb in einem unverändert, während in 4 Versuchen ein Mischgeschmack auftrat.

Durch dieselbe adaptierende KCl-Lösung von Schwellenkonzentration konnte bei 37 Versuchen eine unterschwellige NaCl-Lösung von 0,025 - 0,03 m Konzentration in 23 Fällen salzig schmecken, d.h. wurden die Schwellen für salzig durch KCl gesenkt, während in 5 Versuchen keine Beeinflussung der Schwelle salzig auftrat und in den restlichen 9 Versuchen ein Mischgeschmack resultierte. Die adaptierende Wirkung der KCl-Lösung erfordert eine schwellige Konzentration, denn in 6 Versuchen mit unterschwelliger KCl-Lösung (0,05 m) kam es lediglich in einem Fall zu einer Schwellensenkung für salzig bei 0,03 m NaCl, während in 4 Versuchen der Geschmack unverändert blieb und in einem ein eigenartiger Mischgeschmack auftrat.

Näheres ist aus der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3:

Zahl der Versuche	Konzentr. NaCl m		Konzentr. KCl m		Salzgeschmack der NaCl-Lösung		
					verstärkt	unverändert	Mischgeschmack
25	0,03		0,06		16	4	5
21	0,035		0,06		16	1	4
12	0,025		0,06		7	1	4
6	0,03		0,05		1	4	1

B. Einwirkung von Anionen

In einer weiteren, jedoch kleinen Versuchsgruppe wurde der Einfluß von Anionen als adaptierende Lösung auf den Geschmack von NaCl-Lösungen untersucht. Während bisher der auf Cl-Ionen zurückgehende salzige Geschmack durch vorherige Berieselung mit den Ionen Ca, Mg und K beeinflusst werden konnte, sollte nunmehr das Kation Natrium unverändert bleiben und durch verschieden konzentrierte Natriumsulfatlösungen möglicherweise eine Beeinflussung des salzigen Geschmacks der NaCl-Lösung erreicht werden. Die Schwelle der Natriumsulfatlösung lag bei 0,08 m.

In 16 Versuchen ließ sich in dem Konzentrationsbereich zwischen 0,06 und 0,1 m - Na_2SO_4 keine Beeinflussung des Geschmacks von NaCl-Lösungen finden. Weder bei schwelliger noch unter- oder überschwelliger Konzentration konnte durch Vorberieselung mit Na_2SO_4 der Salzgeschmack einer schwelligen oder überschwelligen NaCl-Lösung hervorgerufen werden. Die Einzelheiten ergeben sich aus der Tabelle 4.

Tabelle 4:

Zahl der Versuche	Konzentr. NaCl m		Konzentr. Na_2SO_4 m		Salzgeschmack der NaCl-Lösung		
					verstärkt	unverändert	verändert
2	0,03		0,06		0	2	0
4	0,03		0,07		0	4	0
4	0,05		0,07		0	4	0
6	0,035		0,1		0	6	0

Gleichfalls ließ sich in ähnlicher Versuchsanordnung bei 30 Versuchen durch NaJ (Schwelle bei 0,04 m) keine Beeinflussung des Salzgeschmacks einer Kochsalzlösung erreichen, weder in schwelliger Konzentration noch in unter- oder überschwelliger. Allerdings umfaßte der geprüfte Konzentrationsbereich lediglich den von 0,03 - 0,05 m, wobei die NaCl-Schwelle 0,035 beträgt. Siehe Tabelle 5.

Tabelle 5:

Zahl der Versuche	Konzentr. NaCl m	Konzentr. NaJ m	Salzgeschmack der NaCl-Lösung		
			verstärkt	unverändert	verändert
9	0,035	0,035	0	9	0
4	0,05	0,035	0	4	0
4	0,03	0,04	0	4	0
13	0,03 bis 0,05	0,045	0	13	0

Uneinheitlich fielen die 32 Versuche mit NaSCN aus. Der Schwellengeschmack liegt bei einer Konzentration von 0,06 m. Eine Berieselung mit unterschwelliger Konzentration von 0,04 - 0,05 m - NaSCN verstärkt z. B. in der Hälfte von 28 Versuchen den NaCl-Geschmack (14 Versuche), läßt ihn aber in 9 Versuchen unverändert und ändert ihn schließlich in 5 Versuchen.

Das Resultat ist je nach der verwendeten unterschwelligen bis schwelligen NaCl-Konzentration verschieden. Wird eine eben unter- bis überschwellige NaSCN-Lösung gewählt, so führt diese in den Konzentrationen von 0,055 - 0,07 m in 6 von 9 Versuchen dazu, daß der Geschmack einer unterschwellig konzentrierten NaCl-Lösung über die Schwelle gehoben wird.

Siehe Tabelle 6.

Tabelle 6:

Zahl der Versuche	Konzentr. NaCl m	Konzentr. NaSCN m	Salzgeschmack der NaSCN-Lösung		
			verstärkt	unverändert	verändert
5	0,035	0,04	0	4	1
8	0,03 bis 0,035	0,05	5	2	1
6	0,025	0,05	4	1	1
9	0,015 bis 0,02	0,05	5	2	2
4	0,02	0,055 bis 0,07	6	2	1

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorstehenden Untersuchungen zeigen, daß die Schwelle des salzigen Geschmacks einer Kochsalzlösung durch Beeinflussung der Endorgane selbst mittels Vorberieselung mit andersartigen Salzlösungen gehoben oder gesenkt werden kann. Er kann durch Vorberieselung mit unterschwelligem Calcium oder Magnesiumchloridlösungen aufgehoben werden und die Schwelle für salzig heraufgesetzt werden. Das Umgekehrte ist bei Vorberieselung mit Kaliumchloridlösungen der Fall, die Schwelle für salzig wird gesenkt. Bei Vorberieselung mit Lösungen, die Sulfat- oder Jodidanionen bei gleichem Kation (Natrium) enthielten, ließ sich keine Schwellenbeeinflussung erzielen, während die Versuche mit Rhodanidlösungen uneinheitlich ausfielen insofern, als durch sie nur in der Hälfte der Fälle eine Schwellensenkung für salzig bewirkt werden konnte.

Im Bilde der Permeabilitätstheorie können solche Neutralsalzwirkungen als Ausdruck einer Zu- oder Abnahme der Anionenpermeabilität der Endorgane des Geschmackssinnes verstanden werden. Nach der Porensiebmembranvorstellung von Michaelis (4) sind die anionenpermeablen Membranphasen elektropositiv geladen durch Adsorption der Kationen an ihrer Oberfläche,

die sich auch auf die Wandungen der Poren erstreckt, durch die hindurch die Anionen sich bewegen können. Das Eindringen der Anionen von außen nach innen und der ladungsgleiche Austausch gegen herausdiffundierende Anionen bewirkt die salzige Geschmacksempfindung. Werden 2-wertige Kationen an der Membranoberfläche absorbiert, wie Magnesium und Calcium, so kann dadurch die Permeabilität für Anionen vermindert werden, d.h. die Schwelle für die salzige Geschmacksqualität heraufgesetzt werden. Dies zeigen unsere Versuche.

Ebenso zeigen die durchgeführten Versuche, daß eine Permeabilitätszunahme bei Vorberieselung mit kaliumhaltigen Lösungen (KCl) eintritt, also eine Senkung der Geschmacksschwelle für salzig.

Diese unterschiedliche Wirkung der verschiedenen Kationen ist aus der Hofmeister'schen Kationenreihe verständlich.

Weniger gut verständlich ist dagegen die Wirkung der Anionen. Wenn das am linken Ende der Anionenreihe stehende Sulfat auch keine besondere physikochemische Wirkung auf die Membrankolloide ausübt und demzufolge auch die Geschmacksschwelle salzig nicht hierdurch beeinflußt wird, so müßten doch die am rechten Ende der Anionenreihe stehenden Jodid- und Rhodanidionen eine deutliche Membranwirkung haben, was aber in unseren Versuchen nur zum Teil für Rhodanid der Fall gewesen ist. Die kolloidchemischen Wirkungen scheinen also auf dem Gebiet der Geschmacksendorgane nicht einheitlich zu sein.

In der Literatur findet sich lediglich ein Versuch, der mit unseren, mittels Neutralsalzlösungen angestellten vergleichbar ist. Es ist der von Hahn (2) und Mitarbeitern angestellte Versuch der Vorberieselung des Sinnesfeldes mit $n/1000$ -NaOH. Alle anschließend geprüften Salze schmeckten süß.

Normalerweise kann Süßgeschmack nur durch kleinere organische Moleküle und unter den Elektrolyten - bezüglich des Schwellengeschmacks - nur durch solche mit ganz kleinem Kation (Beryllium) hervorgerufen werden, die natürlich durch die elektronegativ geladene Membranphase permeieren müssen. Daraus ist zu folgern, daß auch der Süßgeschmack von Salzlösungen nach Vorberieselung mit NaOH darauf beruht, daß die ursprünglich positiv geladene anionenpermeable Membranphase durch NaOH umgeladen, elektronegativ und kationenpermeabel wurde, so daß die Kationen der Neutralsalze durch diese Phase eindringen und den Süßgeschmack bewirken. Solche Umladungen können aber bei Neutralsalzen, wie sie in unseren Versuchen verwandt wurden, nicht stattfinden. Infolgedessen können auch unsere Versuche nicht

als Umladungseffekte durch Änderung der Wasserstoffionenkonzentration verstanden werden, sondern nur als physikochemisch deutbare Wirkungen von Salzlösungen. Jedenfalls fügen diese sich in die elektrische Theorie der Erregung von Endorganen harmonisch ein, und wir glauben daher auch, daß diese Deutung das Wesentliche trifft. Die Endorgane des Geschmackssinnes würden damit ähnliche Eigenschaften besitzen wie die Erythrocyten (Mond (5)) oder die salzsäureproduzierenden Zellen der Magenschleimhaut (Davensonport (1)).

Die beobachteten Geschmacksempfindungen werden damit zunächst vereinfachend - wie auch bei anderen Sinnesorganen - auf Primärprozesse am Endorgan zurückgeführt. Darin sehen wir in Ermangelung anderer Vorstellungen einen Fortschritt, wenngleich natürlich auch für unsere Versuche nicht grundsätzlich in Abrede gestellt werden soll, daß Adaptations- und Ermüdungseinflüsse von Endorganen oder Zentrum hineinspielen und schon die Versuchsanordnung selbst das Vorkommen von Successivkontrasten mit einschließt.

SCHRIFTTUM

- 1) Davenport, H. W.
und Fisher, R. B. : Am. Physiol. 131, 165; 1940/41.
- 2) Hahn, M. : Kl. Wsch. 1943, 245 u. 269.
- 3) Liljestrand, G.
und Zottermann, Y. : Acta physiol. Scand. 35, 380; 1955/56.
- 4) Michaelis, L. : Naturwiss. 1926, 33.
- 5) Mond, R. : Pfl. Arch. 217, 618; 1927 u. 224, 161; 1930
u. Protoplasma IX, 318; 1930.
- 6) Timm, C. : Z. Laryng. 29, 49; 1950.

Herrn Dozent Dr.med. C. T i m m, dem ich die Anregung zu diesen Untersuchungen verdanke, spreche ich für seine wertvolle Hilfe bei ihrer Durchführung und Abfassung meinen aufrichtigen Dank aus.

LEBENS LAUF

Am 20. Dezember 1926 wurde ich in Tannenwalde bei Königsberg als Sohn des derzeitigen Bundesbahn-Oberinspektors Bruno Venohr und seiner Ehefrau Helene, geborene Siech, geboren. Hier ging ich auch von 1933 bis 1937 zur Volksschule.

1937 zogen wir nach Königsberg, wo ich die Hindenburg-Oberrealschule besuchte. Im Januar 1943 kam ich zu den Luftwaffen Helfern und im März 1944 zum Militär. Im Januar 1945 wurde ich verwundet und kam in ein Lazarett in Vorarlberg. Nach Kriegsende geriet ich in amerikanische Gefangenschaft, aus der ich im Frühjahr 1946 entlassen wurde.

Im Sommer des gleichen Jahres machte ich mein Abitur in Bad Pyrmont, dem neuen Wohnsitz meiner Eltern. Ab Herbst 1946 studierte ich an der Universität Mainz Medizin. Im Sommer 1952 machte ich das Staatsexamen. Anschließend war ich 9 Monate an der Universitäts-Frauenklinik in Mainz tätig. Von September 1953 bis Juli 1956 arbeitete ich dann an der Chirurgischen Privatklinik Dr. Frère in Wiesbaden.

Anschließend machte ich einige Monate Vertretungen. Von November 1956 bis April 1957 arbeitete ich dann im Hildegardiskrankenhaus in Mainz. Seit April 1957 bin ich am St. Johannes-Stift in Homberg, zuerst auf der Chirurgischen Abteilung bei Herrn Chefarzt Dr. Lönne und seit Juli 1959 auf der Inneren Abteilung bei Herrn Chefarzt Doz. Dr. Simon tätig.

Im Mai 1954 heiratete ich und im November 1955 erhielten wir ein Töchterchen. Im August 1957 bekamen wir einen Sohn.

